

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09262650 A

(43) Date of publication of application: 07.10.97

(51) Int. Cl  
**B22D 11/10**  
**B22D 11/10**  
**B22D 11/04**  
**B22D 27/02**

(21) Application number: 08097330

(22) Date of filing: 28.03.96

(71) Applicant: NIPPON STEEL CORP

(72) Inventor: MIYAZAWA KENICHI  
HARADA HIROSHI  
MOROHOSHI TAKASHI

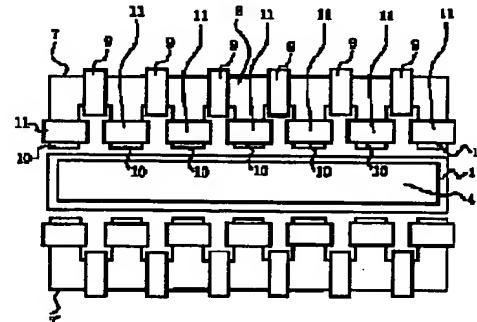
(54) METHOD FOR CONTROLLING FLUIDITY IN  
MOLD IN CONTINUOUS CASTING AND DEVICE  
THEREFOR

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably execute the reduction of center segregation with increase of equi-axes crystals and the reduction of non-metallic inclusion in a cast slab with the reduction of penetrating depth of spouting flow, etc., in a continuous casting.

SOLUTION: One pair of electromagnets 7 constituted with iron cores 8 interposing a mold 1 and arranged so as to be faced while keeping a fixed interval, plural coils 9 wound on the iron cores, plural magnetic poles 10 branched from the iron cores and plural coils 11 wound on the iron part near the magnetic pole, are set at the lower part of spouting hole of an immersion nozzle so as to conduct the current of DC or AC in the coils. By this method, the molten steel in the mold is stirred by impressing shifting magnetic field in the mold or the molten steel is braked by impressing static magnetic field.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-262650

(43)公開日 平成9年(1997)10月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 22 D 11/10	3 5 0		B 22 D 11/10	3 5 0 A
				3 5 0 Z
11/04	3 1 1		11/04	L
27/02			27/02	3 1 1 J
				U

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平8-97330

(22)出願日 平成8年(1996)3月28日

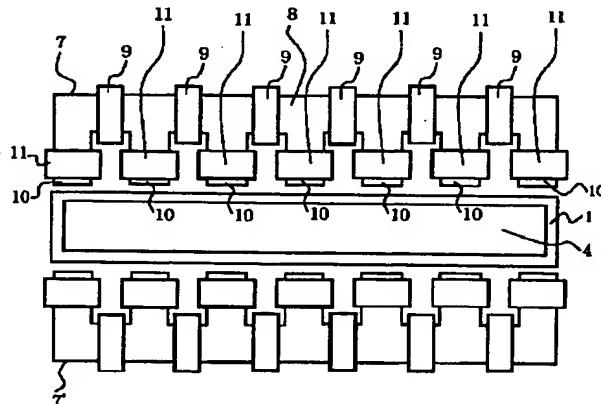
(71)出願人 000006655  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
(72)発明者 宮沢 勝一  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内  
(72)発明者 原田 寛  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内  
(72)発明者 諸星 隆  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内  
(74)代理人 弁理士 田中 久喬

(54)【発明の名称】連続鋳造における鋳型内流動制御方法および装置

(57)【要約】

【課題】連続鋳造において、等軸晶増加による中心偏析低減や、吐出流の浸透深さ低減による鋳片内の非金属介在物の低減などを安定にかつ安価に行う。

【解決手段】鋳型1を挟んで、一定の間隔を保って対向配置された鉄芯8、該鉄芯に巻かれた複数のコイル9、鉄芯から枝分かれした複数の磁極10、および該磁極近くの鉄部分に巻かれた複数のコイル11から構成される1対の電磁石7を、浸漬ノズルの吐出孔の下部に設置し、コイルに直流や交流の電流を流すことにより、1対の電磁石によって、鋳型内に移動磁場を印加して鋳型内の溶鋼を攪拌したり、または静磁場を印加して溶鋼を制動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼の連続鋳造において、溶鋼を浸漬ノズルを経て鋳型内へ注湯して鋳片を製造する際、鋳型を挟んで、一定の間隔を保って対向配置された鉄芯、該鉄芯に巻かれた複数のコイル、鉄芯から枝分かれした複数の磁極、および該磁極近くの鉄部分に巻かれた複数のコイルから構成される1対の電磁石を、浸漬ノズルの吐出孔の下部に設置し、コイルに直流または交流の電流を流すことにより、1対の電磁石によって、鋳型内に移動磁場を印加して鋳型内の溶鋼を攪拌したり、または、静磁場を印加して溶鋼を制動することを特徴とする連続鋳造方法。

【請求項2】 連続鋳造用の鋳型を挟んで、一定の間隔を保って対向配置された鉄芯、該鉄芯に巻かれた複数のコイル、鉄芯から枝分かれした複数の磁極、および該磁極の鉄部分に巻かれた複数のコイルから構成される電磁石装置において、電流の種類を直流や3相交流などに切り替えてコイルに電流を流すことにより、1対の電磁石によって、鋳型内に移動磁場を印加したり、または、静磁場を印加することを特徴とする連続鋳造用の電磁石装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、溶鋼の連続鋳造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】鋼の連続鋳造では、一つの連鋳機で種々の鋼種を鋳造する。鋼種の中には、連続鋳造において溶鋼が凝固する際、中心偏析を極力低減する必要があるものや、鋳片内部の非金属介在物を極力低減する必要があるものがある。中心偏析の低減には、鋳型内の溶鋼を電磁攪拌し、等軸晶を増加させることにより、中心偏析を分散・低減できる。一方、鋳片内部の非金属介在物の低減については、鋳型内の溶鋼に静磁場を印加し、浸漬ノズルの吐出孔よりも下方へ流れる下向き流の浸透深さを低減することにより、溶鋼内の介在物が鋳片内部へ捕捉されることを抑制することができる。鋳型部に電磁石装置を設置して溶鋼を攪拌する方法は従来より知られており、特願平4-134898号公報や特願平4-159802号公報では鋳型内の溶鋼に移動磁界を印加して攪拌する方法を開示している。また、溶鋼に静磁場を印加し、溶鋼流動を制動する方法は特願昭62-241439号公報や特願平4-127938号公報で開示されている。

【0003】しかし、溶鋼を攪拌するための電磁石装置と、静磁場の印加により溶鋼を制動するための電磁石装置の二つを鋳型部の同じ場所に設置することは困難であり、また、これら二種類の電磁石装置を近接させて鋳型部に設置することも空間的に困難な場合が多く、仮に可能だとしても設備費用が高くなり、鋳型部に設置した一

つの電磁石装置により、連続鋳造する鋼種に応じて溶鋼の攪拌と制動の機能を使い分ける方法が無いのが実状であった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】一つの連続鋳造機の鋳型部へ設置した一つの電磁石装置によって、鋳型内の溶鋼を攪拌する機能と、鋳型内の溶鋼に静磁場を印加して吐出流の浸透深さを低減する機能を鋼種に応じて使い分けて、等軸晶増加による中心偏析低減や、吐出流の浸透深さ低減による鋳片内の非金属介在物低減を安定にかつ安価に行うことが課題である。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決するために種々検討した結果、電磁石の鉄芯、コイル、磁極の配置や形状に関する工夫と、鉄芯に巻かれた複数のコイルに流す電流の種類を変えることにより、一つの電磁石装置によって、鋳型内の溶鋼に移動磁場を印加して溶鋼を攪拌させたり、静磁場を印加して溶鋼を制動できることを見い出した。また、この一つの電磁石装置を浸漬ノズルの吐出孔の下部に設置することが、攪拌と制動の二つの機能を発揮するのに効果的であることを見いだした。

【0006】本発明の要旨は、鋼の連続鋳造において、溶鋼を浸漬ノズルを経て鋳型内へ注湯して鋳片を製造する際、鋳型を挟んで、一定の間隔を保って対向配置された鉄芯、該鉄芯に巻かれた複数のコイル、鉄芯から枝分かれした複数の磁極、および該磁極近くの鉄部分に巻かれた複数のコイルから構成される1対の電磁石を、浸漬ノズルの吐出孔の下部に設置し、コイルに直流または交流の電流を流すことにより、1対の電磁石によって、鋳型内に移動磁場を印加して鋳型内の溶鋼を攪拌したり、または、静磁場を誘起して溶鋼を制動することを特徴とする連続鋳造方法である。また、連続鋳造用の鋳型を挟んで、一定の間隔を保って対向配置された鉄芯、該鉄芯に巻かれた複数のコイル、鉄芯から枝分かれした複数の磁極、および該磁極の鉄部分に巻かれた複数のコイルから構成される電磁石装置において、電流の種類を直流や3相交流などに切り替えてコイルに電流を流すことにより、1対の電磁石によって、鋳型内に移動磁場を印加したり、または、静磁場を印加することを特徴とする連続鋳造用の電磁石装置である。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図1は、連続鋳造において、浸漬ノズル2の吐出孔3を経て溶鋼4を鋳型1の中へ注湯する際、鋳型部に電磁石装置7を設置した時の縦断面図を示す。浸漬ノズルの吐出孔は、通常、水平方向よりも下向きになっており、電磁石装置を作動させない場合、鋳型内へ注湯された溶鋼のノズル吐出流は、鋳片の短片側の凝固シェルに衝突して、ノズルの吐出孔よりも下方へ流れる下向き流と、吐出孔よりも上へ流れる上向き流に

分かれる。溶鋼は鋳型への抜熱により凝固し、凝固シェル6は連続的に下方へ引き抜かれる。下向き流の速度が余りにも大きいと、吐出流の浸透深さが深くなるため、非金属介在物の浮上除去にとって不利となり、鋳片の内部に介在物が多く残り、鋳製品の品質に悪影響を及ぼす。

【0008】鋳型内で溶鋼を電磁攪拌すると、鋳型内の溶鋼温度が低減して浮遊している等軸晶が安定に成長するとともに、凝固シェルやメニスカス近傍において等軸晶の生成が促進され、凝固後の鋳片の中心部における等軸晶領域が多くなる。溶鋼攪拌の強さが強いほど、等軸晶の生成が促進されるが、電磁石による強い攪拌をメニスカス近傍で行うと、鋳造用フラックスを溶鋼中へ巻き込むことになり、品質に悪影響を及ぼす。このため、中心偏析を低減したい鋼種を鋳造する場合、図1に示すように、浸漬ノズルの吐出孔より下方に電磁石を設置し、電磁石装置7を使って溶鋼を攪拌すると、フラックスの巻き込みなどの弊害を招かずに、溶鋼を強く電磁攪拌することができ、等軸晶の増加が容易にでき、中心偏析を分散・低減することが可能である。

【0009】一方、ブリキ製品に使われる低炭アルミニルド鋼などのように鋳片内部の非金属介在物の低減を厳格に行わねばならない鋼種を鋳造する場合、電磁石装置7を使って、溶鋼に静磁場を印加すると、静磁場中を流动する溶鋼に、溶鋼の流动の方向と逆方向へ電磁気力が作用し、溶鋼の流速が低下する。このため、吐出流の浸透深さが大幅に低減し、非金属介在物が溶鋼プールの深い位置まで侵入せず、メニスカスへの浮上除去が促進される。

【0010】図2は、図1のA-Aの位置の水平断面の模式図であり、鋳型1を挟んで一定の間隔を保って対向配置された一对の電磁石7および7'を示す。この電磁石7と7'の構成や機能は同じである。電磁石7は、鉄芯8、鉄芯から枝別れた磁極10、鉄芯に巻かれた複数のコイル9、枝別れた磁極の鉄部分に巻かれたコイル11から構成される。次に説明するように、コイル9や11に流す電流を変えることにより、鋳型内の溶鋼に移動磁界や静磁場を印加することができる。

【0011】移動磁場の印加方法について、図2のコイル11を便宜上省略して示した図3を使って説明する。図3において、隣接した3個のコイルu、v、wに、交流電流の位相を120度ずつずらした3相の交流電流を流すと、コイルu、v、wに流す電流の経時変化に応じて、各磁極10の先端から鋳型内の溶鋼に印加される磁界は時間的に変化し、磁極に近い溶鋼に移動磁界が作用することになり、この移動磁界の作用により溶鋼の流れ12が生じる。同様な方法で鋳型の対面側でも溶鋼の流れ12'を生起させることができ、鋳型内の溶鋼が攪拌されることになる。

【0012】溶鋼に静磁場を印加する方法については、

2図に示した電磁石装置の場合には、3通りの方法がある。1番目の方法は、コイル11へ直流電流を流す方法であり、コイル11に流す直流電流の向きを任意に変えることにより、図4に示すように、磁極の極性がN極とS極の交互の配置にすることができる。磁界は、N極からS極へ向かうため、鋳型の対面側の磁極の極性をN極とS極の交互の配置とすると、鋳型内の溶鋼にN極からS極へ向かう静磁場が印加でき、この静磁場の中を溶鋼が流动すると、流动の方向と反対側に電磁気力が作用し、溶鋼の流动が抑制される。2番目の方法は、コイル9に2相交流電流を流す際、交流電流の向きを隣接したコイルで交互に変える方法であり、これによって、図4に示すような磁極の極性の配置が得られる。第3の方法は、第2図のコイル11に2相交流電流を流す際、交流電流の向きを隣接したコイルで交互に変える方法であり、これによって、図4に示すような磁極の極性の配置が可能である。

### 【0013】

【実施例】スラブの連続鋳造において、図2に示すような電磁石装置で鋳型の幅方向に4個の磁極10を有する電磁石装置を鋳型の両側に設置し、移動磁界印加の効果、および静磁場印加の効果を調べる実験を行った。通常の銅鋳型を使った連続鋳造機で、モールドフラックスを用いた鋳造実験において、スラブ鋳片のサイズは厚さ170mm、幅800mmで、鋳型の長さは800mm、ノズル吐出孔の位置はメニスカスから250mm下、鋳造方向における電磁石の中心位置はメニスカスから400mm下になるように設置した。

【0014】まず、炭素濃度が約0.1%の溶鋼の鋳造実験で、鋳型内の溶鋼に移動磁界を印加して、鋳片内部の等軸晶の増加を調査した。移動磁界を印加する図2のコイルへは、3相の交流電流を約500Aを流した。鋳造速度は1m/min、タンディッシュにおける溶鋼の注湯過熱度は約30°Cであった。鋳造実験後、鋳片内部の凝固組織を調査した結果、鋳片の等軸晶率（すなわち、鋳片の厚さに対する等軸晶帶の厚さの割合）は、移動磁界を印加しない場合に1.2%、移動磁界を印加した場合には3.0%となり、移動磁界を印加することにより等軸晶が大幅に増加することが判明した。また、鋳片内の非金属介在物を調査したが、攪拌によるフラックスの巻き込みによる介在物の増加は認められなかった。溶鋼流动の影響下で成長する凝固組織は溶鋼流动の上流側へ傾いて成長するが、鋳片内の凝固組織の傾きを調査し、その傾きの値から溶鋼流速を経験式に基づき推定した結果、最大0.6~0.8m/sの流速があったことが推定された。この様に早い流速でメニスカス付近を攪拌するとフラックスの溶鋼中への巻き込みを助長して、鋳片品質を低下させるが、本発明のようにノズル吐出孔の下部において、早い流速で攪拌すると、鋳造用フラックスの巻き込みを回避して、等軸晶の増加をより効率的に実行で

さる。

【0015】次に、炭素濃度が0.01%のアルミニウム鋼を使って、静磁場印加の実験を行い、鋳造途中に鋳型部の溶鋼中へ硫黄を添加し、鋳造後鉄片内部の硫黄の分布状況に基づいて吐出流の浸透深さを調べるために実験を行った。鋳造速度は1m/minで、溶鋼過熱度は約30°Cであった。静磁場印加の条件については、図2のコイル11に直流電流を流すことにより、鋳型内に約0.3テスラの静磁場を発生させた。鋳造実験後の鉄片内部の硫黄分布の調査の結果、静磁場を印加しないと、吐出流の浸透深さは約5.5mであるが、静磁場印加の場合には約3.0mとかなり短くなることが判明した。また、鉄片内部の非金属介在物の調査をスライム抽出法で行った結果、鋼1kg当たりに存在する約50μm以上の介在物の個数は、静磁場印加なしの場合、約450個であるが、静磁場を印加すると約250個に減少し、静磁場印加により鉄片品質が向上することが分かった。

【0016】このように、浸漬ノズル吐出孔の下部に設置した一つの電磁石装置を使って、鋼種に応じて溶鋼に移動磁界や静磁場を印加することにより、等軸晶を増加させたり、吐出流の浸透深さを低減して非金属介在物を低減させたりすることが可能であることが分かった。

【0017】

【発明の効果】本発明を実施すれば、中心偏析を低減し

たい鋼種や非金属介在物を低減したい鋼種の連続鋳造を安定かつ低成本で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】浸漬ノズル、鋳型、電磁石装置の関係を示す縦断面図である。

【図2】図1のA-Aの位置の平面図であり、鋳型を挟んで設置した電磁石装置の模式図である。

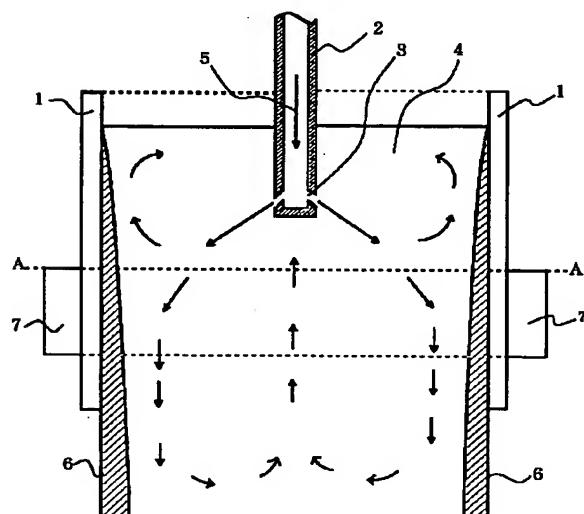
【図3】鋳型を挟んで設置した電磁石装置の模式図である。

【図4】電磁石の磁極の極性が鋳型の両側で交互に対称な場合の模式図である。

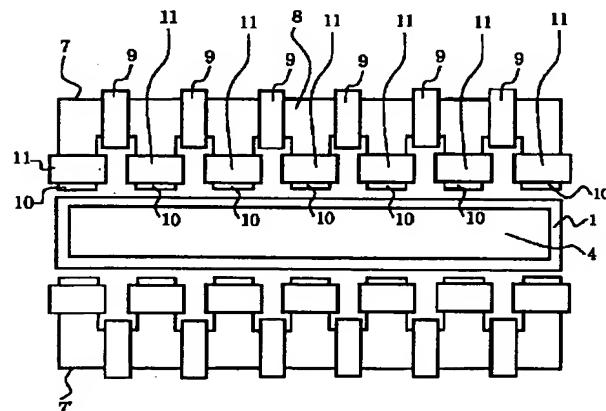
【符号の説明】

- 1 鋳型
- 2 浸漬ノズル
- 3 吐出孔
- 4 溶鋼
- 5 溶鋼の流れる方向
- 6 凝固シェル
- 7、7' 電磁石
- 8 鉄芯
- 9 コイル
- 10 磁極
- 11 コイル
- 12、12' 溶鋼の搅拌方向

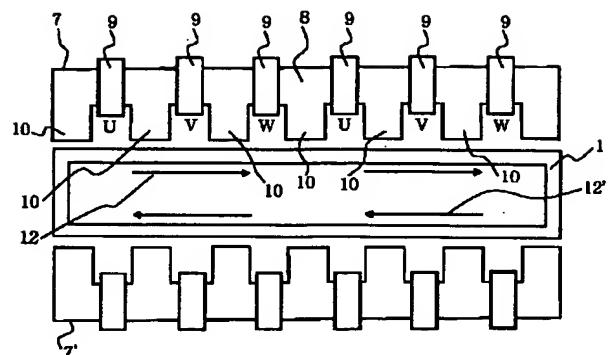
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

